

차량 간 범퍼높이 차이가 수리비에 미치는 영향

최 동 원*¹⁾ · 박 인 승¹⁾ · 홍 승 준²⁾

보험개발원 자동차기술연구소¹⁾ · 삼성교통안전문화연구소²⁾

The Effect of Bumper Mismatch on Vehicle Repair Cost

Dongwon Choi*¹⁾ · Insong Park¹⁾ · Seungjun Hong²⁾

¹⁾Crash Research Department for Korea Automobile Insurance Repair Research & Training Center(KART),
125-1 Susan-2ri, Sulseong-myeon, Icheon 467-882, Korea

²⁾Samsung Traffic Safety Research Institute, 7th Fl. Samsung Bldg., 50 Euljiro-1ga, Jung-gu, Seoul 100-191, Korea
(Received 20 April 2009 / Accepted 22 July 2009)

Abstract : It is a frequent occurrence in urban traffic - a low-speed collision in which one vehicle hits the back of another. The vehicles often sustain expensive damage. Bumpers can reduce this damage, but only line up so the initial contact in an impact is bumper to bumper. Then the bumpers on the colliding vehicles have to absorb the crash energy, keeping damage away from expensive sheet metal, lights, and other components. In real world accidents, Bumper mismatches in crashes are increasing, and the resulting repair costs from low-speed collisions are escalating. In this study, we investigated the bumper rail height and analyzed their effects on repair cost. Futhermore, Our 16kph front-into-rear crash tests demonstrates bumper mismatch problem.

Key words : RCAR(세계자동차 수리기술위원회), Underride(언더라이드), Override(오버라이드), Damageability(손상성), Repairability(수리성), Repari Cost(수리비), SUV(스포츠 유틸리티 차량)

1. 서 론

현재 주 5일제의 정착에 따른 여가활동에 대한 관심이 증가하고 있어, SUV 차량 판매량이 지속적으로 증가하여 2000년 이후 승용차량 내수판매의 약 40%를 점유하고 있다. 최근 자동차 세제변경 및 유류비 증가로 인해 판매 추이가 다소 둔화되기는 하였으나 자동차 제작사의 지속적인 신차 출시로 인해 당분간 일정수준의 판매율을 유지할 것으로 예상된다.¹⁾

자동차 범퍼는 손상성수리성²⁾에 중요한 영향을 미치는 부품으로 충돌 사고 시 범퍼구조에 따라 대물차 수리비는 동급의 차종일지라도 모델별로 최

대 6배까지 수리비의 차이가 발생하고 있다.³⁾ 특히 승용차량에 비해 주행 높이(범퍼높이 및 사이드멤버 높이 등)가 높은 SUV 차량은 중량이 무겁고 전면의 강성이 크므로, 상대 차량에 대한 공격성이 높아 충돌사고 시 동급차종의 사고 시 보다 더 큰 수리비가 발생된다.⁴⁾

승용차량의 범퍼높이는 법규에 명시되어 있으므로 승용차 사이의 범퍼높이는 잘 일치하는 편이나 이 법규의 적용을 받지 않는 SUV의 범퍼높이는 그 차이가 심하고 범퍼가 장착되어 있지도 않은 차량이 있다. 그러므로 실제 도로에서 충돌사고 발생 시 범퍼높이가 일치하지 않는 경우가 대부분이므로 저속충돌 사고임에도 불구하고 수리비가 현저히 증가하게 된다.

*Corresponding author, E-mail: aeoddong@kidi.or.kr

추돌사고는 도심지에서 빈번히 발생하는 사고 유형으로 이러한 사고를 당한 차량들은 종종 많은 수리비를 필요로 한다. 만약 두 사고 차량의 범퍼 높이가 일치해 추돌 시 범퍼와 범퍼가 충돌하고 두 차량의 범퍼가 충돌에너지를 흡수한다면, 외판 패널, 램프류 등의 고가의 부품이 손상되지 않으므로 수리비 증가를 방지할 수 있을 것으로 보인다.⁵⁾

따라서 본 연구는 추돌사고 시 수리비를 효과적으로 줄일 수 있는 방안을 검토하기 위해 범퍼 높이가 차이나는 차량에 대해 추돌시험을 실시하였다. 또한 차량의 거동 및 손상유형을 분석하여 범퍼높이 차이가 수리비에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 연구방법

언더라이드와 오버라이드 발생에 따른 수리비를 평가하기 위해 동일한 승용차량을 기준으로 동급차종의 승용차량 및 대형, 중형 SUV에 대해 100% 옵션 후면 추돌시험을 실시하였으며, 차체 데이터 분석을 위하여 각 차량의 ACU(Air-Bag Control Unit)위에 가속도계를 장착하여 차체의 감가속도 변화를 측정하였다.

또한 수리비 차이를 분석하기 위해 현재 보험사에서 사용하고 있는 AOS(ARRECOM On-Line System) 전산건적 수리비 산출 시스템을 통하여 수리비를 산출하였다.

2.1 시험차량

시험차량은 범퍼구조와 레일 높이를 고려하여 준중형급 승용차량 2대와 SUV2대로 선정하였으며, SUV는 대형 SUV와 중형 SUV로 선정하여 중량의 차이를 두었다. 또한 시험차량은 2007년 생산차량으로 자동미션을 장착하고 있다.

시험은 준중형 승용을 기준으로 준중형 승용 1대와 SUV 2대에 대해 추돌시험을 실시하였으며, 시험 후에는 전, 후면을 바꾸어 추돌시험을 실시하여 총 6회의 시험을 수행하였다. Table 1, 2는 시험모드 및 시험차량 제원을 나타낸다. 여기서 준중형 승용1~3은 같은 차량이다.

Table 1 Test mode

| No | 추돌 ⇨ 피추돌 | No | 추돌 ⇨ 피추돌 |
|----|----------------|----|-------------------|
| 1 | 준중형 승용1 ⇨ SUV1 | 4 | SUV1 ⇨ 준중형 승용1 |
| 2 | 준중형 승용2 ⇨ SUV2 | 5 | SUV2 ⇨ 준중형 승용2 |
| 3 | 준중형 승용3 ⇨ 준중형4 | 6 | 준중형 승용4 ⇨ 준중형 승용3 |

Table 2 Test specification

| 구분 | 준중형 승용1~3 | SUV 1 | SUV2 | 준중형 승용4 |
|----------|-----------|-------|-------|---------|
| 제작년도 | 2007 | 2007 | 2007 | 2007 |
| 배기량(cc) | 1,596 | 2,696 | 1,991 | 1,591 |
| 공차중량(kg) | 1,185 | 1,955 | 1,847 | 1,173 |
| 전폭(mm) | 1,710 | 1,890 | 1,890 | 1,775 |

2.2 범퍼높이 측정

시험차량의 범퍼커버 높이는 차량마다 형상이 매우 다양하여 측정이 곤란하므로 생략하였으며, 범퍼레일 높이는 범퍼커버를 탈착한 후 3차원 계측기(제품명: FARO)를 이용하여 Photo 1과 같이 레일 최상/하단 5점을 측정하여 평균높이를 구하였다. 또한 추돌, 피추돌 차량 사이의 범퍼레일 높이차와 겹침량을 분석하였다.



(a) Front bumper rail



(b) Rear bumper rail

Photo. 1 Front/Rear bumper rail measurement positions

2.3 시험방법

시험차량은 IIHS 범퍼 불일치(Mismatch) 시험을 기준으로 하여 정지해 있는 피 추돌차량을 추돌차량이 $16km/h_{-0.5}^{+0.5}$ Km/h의 속도로 전폭 추돌하게 하였다.²⁾

시험차량의 중량은 신차를 인수했을 당시의 신차 중량(연료 만재후 측정중량)에 운전자 78[Kg]의 무게를 포함하여 설정하였다. Table 3은 시험차량의 인수중량 및 실제 시험중량을 나타낸다.

Table 3 Test vehicle weight

| 구분 | 신차중량 (kg) | 시험중량 (kg) | 비고 |
|---------|-----------|-----------|------------|
| 준중형 승용1 | 1,130 | 1,207 | vs SUV1 |
| 준중형 승용2 | 1,128 | 1,205 | vs SUV2 |
| 준중형 승용3 | 1,131 | 1,208 | vs 준중형 승용4 |
| 준중형 승용4 | 1,181 | 1,258 | |
| SUV1 | 1,902 | 1,979 | |
| SUV2 | 1,817 | 1,894 | |

시험 후에는 범퍼 높이차에 따른 손상유형 및 수리비를 분석하였다.

수리비는 AOS를 기준으로 부품비는 현 순정부품 가격에 VAT를 포함하였으며, 공임률은 2005년 건설교통부에서 공표한 평균공임률 19,370[원/hour]을 이용하여 산출하였다. 탈부착 작업시간 및 도장료는 현 보험&정비업체가 수리비 산정에 사용하는 작업시간을, 판금 작업시간은 수리 시 실측한 작업시간을 이용하였다.

3. 연구결과

3.1 범퍼높이 측정결과

준중형 승용 2대와 SUV 2대의 전/후면 범퍼레일 측정결과 전면 범퍼레일의 평균높이는 SUV2가 499mm로 가장 높았으며, 준중형 승용4가 448mm로 가장 낮았다. 또한 후면 범퍼레일의 평균높이는 SUV1이 563mm로 가장 높았으며, 준중형 승용4가 468mm로 가장 낮았다.

범퍼레일의 두께는 전면의 경우 80~90mm로 비슷하게 측정되었으나, 후면의 경우 SUV1이 148mm, 준중형 승용4가 62mm로 약 2배 이상의 두께 차이가 나타났다. 시험차량 중 SUV의 전면 범퍼레일 평균높이는 492mm로 준중형 승용차량의 전면 범퍼레일 평균높이 467mm에 비해 25mm가 높았으며, 후면 범퍼레일의 경우는 SUV가 준중형 승용차량에 비해 약 73mm 높았다.

Table 4는 시험차량의 전/후면범퍼레일 측정결과를 나타낸다.

Table 4 Front/Rear bumper rail measurement results

| 구분(mm) | 준중형 승용1~3 | SUV1 | SUV2 | 준중형 승용4 | |
|--------|-----------|------|------|---------|-----|
| | | | | 평균높이 | 두께 |
| 전면 | 평균높이 | 485 | 484 | 499 | 448 |
| | 두께 | 88 | 81 | 85 | 88 |
| 후면 | 평균높이 | 484 | 563 | 534 | 468 |
| | 두께 | 83 | 148 | 78 | 62 |

시험유형 중 범퍼레일 높이 차가 가장 큰 시험은 준중형 승용1이 SUV1을 추돌할 경우로 약 80mm의 높이차가 났으며, 가장 작은 시험은 SUV1이 준중형 승용1을 추돌할 경우로 범퍼레일 높이가 거의 일치했다. Photo 2는 시험 유형 및 범퍼레일 높이차를 나타낸다.

범퍼레일 겹침량이 가장 큰 시험은 SUV1이 준중형 승용1을 추돌할 경우로 82mm가 겹쳤으며, 가장 작은 시험은 준중형 승용2가 SUV2를 추돌할 경우로 34mm만이 겹쳤다. 또한 두께가 작은 차량을 기준으로 보았을 때 50% 이상 겹치는 시험유형이 대부분이었으며, 준중형 승용1이 SUV1을 추돌할 경우와 준중형 승용2가 SUV2를 추돌할 경우는 50% 이하로 겹쳐졌다. Fig. 1은 각 시험유형별 범퍼레일 겹침량을 나타낸다.

3.2 손상유형 및 수리비 분석

시험 후 전면 주요 부품에 대한 손상유형을 분석하였다. 전면 주요 부품은 앞범퍼, 본네트, 헤드램프, 앞패널, 앞사이드멤버 등으로 차량의 전면에 위치한 고가부품 및 패널에 대해 손상정도 및 수리방법을 분석하였다. 수리비는 AOS로 산출하여 천원

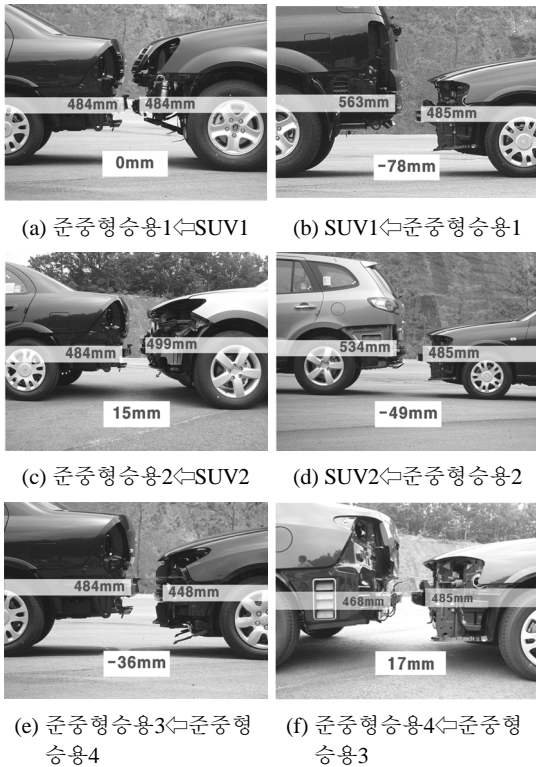


Photo. 2 Mismatch between test vehicles

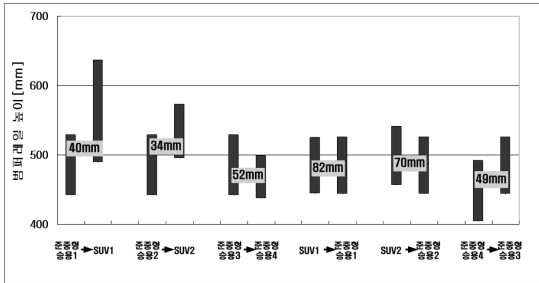


Fig. 1 Bumper rail overlap

단위에서 반올림 하였다.

추돌차량의 전면 손상형태를 살펴보면 언더라이드 발생이 예상되는 시험유형(피 추돌차량의 범퍼 높이가 추돌차량 보다 높음)인 준중형 승용1이 SUV1을 추돌, 준중형 승용2가 SUV2를 추돌, 준중형 승용4가 준중형 승용2를 추돌하는 시험의 수리비는 65~86만원으로 다른 시험유형의 수리비 32~44만원에 비해 약 2배정도 높게 나타났다.

손상유형은 범퍼뿐만 아니라 본넷트, 헤드램프,

Table 5 Front damage type (Striking Car)

| 구분 | 준중형 승용1 | 준중형 승용2 | 준중형 승용3 | SUV1 | SUV2 | 준중형 승용4 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 상대차량 | SUV1 | SUV2 | 준중형 승용4 | 준중형 승용1 | 준중형 승용2 | 준중형 승용3 |
| 범퍼 높이차 | -78 | -49 | 17 | 0 | 15 | -36 |
| 무게 차 | -772 | -689 | -50 | 772 | 689 | 50 |
| 앞범퍼 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 본넷트 | ○ | × | × | × | × | △ |
| 헤드램프 | ○ | ○ | × | × | × | × |
| 앞패널 | △ | △ | × | × | × | ○ |
| 앞사이드 멤버 | × | △ | × | × | × | △ |
| 콘텐서 | × | × | × | × | × | ○ |
| 시그널 램프 | × | ○ | ○ | - | - | - |
| 수리비 | 86만원 | 65만원 | 44만원 | 42만원 | 32만원 | 85만원 |

○:교환 △:판금 ×:수리무

앞패널, 사이드멤버 등으로 손상이 확대되어 교환, 판금 등의 수리를 하였다.

범퍼높이가 잘 일치하거나 오버라이드 발생이 예상되는 시험유형(추돌차량의 범퍼높이가 피 추돌차량보다 높음)에서는 범퍼만 손상되는 소손상이 나타났다.

Table 5는 시험유형 별 추돌차량의 전면 손상유형 및 수리비를 나타낸다.

3.3 등급차종 분석

추돌차량의 전면 손상형태를 분석한 결과 SUV를 추돌하는 경우의 수리비가 높게 나타나는 것이 언더라이드 발생의 영향보다 시험차량의 중량에 의한 결과일 수 있으므로, 동급차종인 준중형 승용3과 준중형 승용4의 추돌결과를 분석하였다.

준중형 승용3과 준중형 승용4의 경우 무게차이는 약 50kg이었으며, 범퍼레일의 높이차는 준중형 승용3이 준중형 승용4를 추돌할 경우 준중형 승용3이 17mm 높았고 준중형 승용4가 준중형 승용3을 추돌할 경우는 준중형 승용4가 36mm 낮았다. Table 6 시험의 대략적인 결과를 나타낸다.

준중형 승용4가 준중형 승용3을 추돌할 경우 언더라이드가 발생하여 준중형 승용3이 준중형 승용4를 추돌할 경우에 비해 손상부품의 수도 늘었으며,

Table 6 Damage type summary between similar vehicles

| 추돌차량 | 범퍼레일 높이차 | 무게차 | 범퍼레일 겹침량 | 손상 부품수 | 수리비 |
|---------|----------|-------|----------|--------|-----|
| 준중형 승용3 | 17mm | -50kg | 52mm | 2 | 44 |
| 준중형 승용4 | -36mm | 50kg | 49mm | 5 | 85 |

수리비는 약 2배가 높게 나타났다. 준중형 승용4는 언더라이드 발생에 따라 본네트의 격임이 발생하였으며, 준중형 승용3의 뒤범퍼는 지면으로 내려앉은 손상이 발생하였다. Photo 3는 추돌시험 시 발생한 언더라이드 현상을 나타내며, Photo 4는 준중형 승용4와 준중형 승용3의 손상형태를 나타낸다.

추돌시험 시 각 차량의 ACU위에 X, Y, Z방향의 가속도계를 장착하여 차체 데이터를 분석하였다.⁶⁾ 데이터 분석 시 가속도계의 방향성은 SAE J211을 기준으로 하였으며, 데이터 값은 CFC60으로 필터링 하였다.

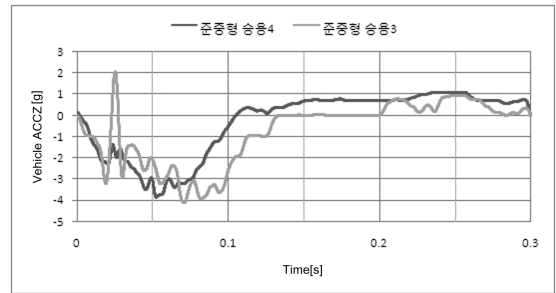
Fig. 2는 준중형 승용3과 준중형 승용4가 서로의 차량을 추돌할 경우의 차체 데이터이다. X방향의 차체 데이터는 준중형 승용3과 준중형 승용4에서



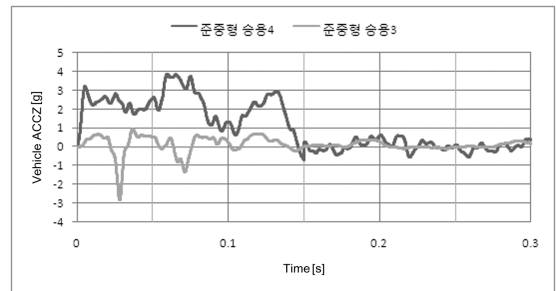
Photo. 3 Under-ride



Photo. 4 Damage type of passenger car



(a) X-direction acceleration



(b) Z-direction acceleration

Fig. 2 Vehicle ACU acceleration

비슷한 유형으로 결과 값이 나왔으며, 최대값은 약 -4[g] 정도였다.

Z방향의 차체 데이터는 준중형 승용4의 경우 언더라이드 발생에 따라 +(지면)방향의 가속도값이 4[g]로 나타났으며, 준중형 승용3의 경우 피 추돌차량보다 범퍼레일이 높아 -(지면반대) 방향의 가속도값 -3[g]로 나타났다.

4. 결론

RCAR(Research Council Automobile Repairs)는 현재 수해중인 저속충돌시험은 실제 사고에서 일어나는 언더라이드와 오버라이드에 대한 영향을 반영하지 못하므로 범퍼 베리어 시험의 도입을 결정하였다.⁷⁾ 이에 본 논문은 범퍼높이 차이가 나는 실제 차량으로 추돌시험을 하였으며, 언더라이드와 오버라이드 발생에 따른 손상형태, 수리비, 차체 데이터 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 실제 사고에서는 범퍼레일의 높이차 때문에 언더라이드 또는 오버라이드가 발생하며, 언더라이드가 발생할 경우 범퍼뿐만 아니라 본네트, 헤드램프, 앞패널, 앞사이드멤버 등의 부품까지 손

상이 확대된다.

- 2) 특히, 본 시험의 전면 수리비를 분석한 결과 언더라이드가 발생한 차량의 평균수리비는 79만원, 그렇지 않은 차량의 평균수리비는 39만원으로 언더라이드가 발생했을 경우 그렇지 않은 경우에 비해 수리비가 약 2배 높게 나오는 것으로 나타났다.
- 3) IIHS의 범퍼 미스매치 시험결과^{3,8)}에 따르면 북미의 경우 승용차량의 범규가 SUV에는 적용되지 않기 때문에 자동차 제작사들은 SUV의 범퍼 개선에 소극적이다. 이것은 국내의 경우도 마찬가지이므로 승용차량과 SUV 사이의 저속충돌 사고 시 북미에서와 같이 범퍼 높이 차이에 의한 수리비 증가가 예상된다. 그러므로 SUV 범퍼높이와 승용차량의 범퍼높이가 일치할 수 있도록 범퍼레일을 설계한다면 SUV와 승용차량의 후면충돌 사고 시 발생하는 수리비를 상당히 낮출 수 있을 것으로 기대된다.
- 4) 향후에는 RCAR 저속충돌시험과 더불어 범퍼베리어 시험의 도입을 통해 실제사고에서 일어나는 언더라이드와 오버라이드에 대한 평가가 필요할 뿐만 아니라 보험요율 차등화 제도 반영을 통해 제작사가 적극적으로 범퍼구조를 개선하도록 하여야 한다.

References

- 1) G. H. Kim, I. S. Park and S. I. Park, "Research on Aggressivity of Light Truck Vehicle and SUV to Passenger Vehicle," Fall Conference Proceedings, KSAE, pp.1383-1389, 2007.
- 2) "Recommended Practice on Optimizing Damageability, Repairability and Serviceability and Theft Deterence," SAE j1555, p.5, 1985.
- 3) "Huge Cost of Bumper Mismatch," IIHS Status Report, Vol.39, No.9, 2004.
- 4) S. W. Lee, H. W. Bai and J. H. Yim, "A Study for RCAR Bumper Over/Under-ride Impact of Passenger Vehicles," Fall Conference Proceedings, KSAE, pp.1458-1465, 2007.
- 5) C. L. Mage and P. H. Tornton, "Design Consideration in Energy Absorption by Structural Collapse," SAE 78043, 1979.
- 6) Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 208 : Occupant Crash Protection, Part 571 49CFR, pp.455-456, 1994.
- 7) Report for the Annual RCAR Conference 2007 in Brazil, RCAR, 2007.
- 8) Bumper Test Protocol(Version 6), IIHS, 2007.